

Estudio Anatómo-fisiológico del Aparato Locomotor

Título: Estudio Anatómo-fisiológico del Aparato Locomotor. **Target:** Alumnos de ciclos formativos de la familia de sanidad. **Asignatura:** Es un tema transversal, se imparte en todos los ciclos formativos pero en distintos módulos. **Autor:** Begoña Aliaga Muñoz, Licenciada en Medicina y Cirugía, Profesora de secundaria de formación profesional de la especialidad de procesos sanitarios.

El aparato locomotor está formado por los huesos, las articulaciones y por los músculos esqueléticos. Todos estos órganos actúan de manera coordinada para producir el movimiento, aunque esta función no es la única que realizan, como veremos más adelante. En este artículo vamos a repasar las características anatómicas, histológicas y fisiológicas de estos órganos.

LOS HUESOS

Los huesos son los órganos del sistema esquelético. Nuestro esqueleto está formado por unos 206 huesos. Los huesos están formados por tejido óseo y éste es un tipo de tejido conjuntivo que se diferencia de los otros tipos en que la sustancia intercelular se halla calcificada.

1. Características anatómicas

1.1. Tipos de huesos

Los huesos pueden adoptar las siguientes formas:

Largos: en estos huesos predomina la longitud sobre las demás dimensiones (anchura y grosor). Ejemplos; fémur, húmero, cúbito, radio, etc. Los huesos largos poseen las siguientes partes:

- **Epífisis:** se hallan en los extremos del hueso. Están formadas por tejido óseo esponjoso rodeado por una delgada lámina de tejido óseo compacto. Su superficie está cubierta por cartílago hialino y forma parte de articulaciones al contactar con otro hueso.
- **Diáfisis:** forma la parte media del hueso. Es un cilindro hueco formado por tejido óseo compacto. El espacio que queda en su interior se llama cavidad medular y contiene la médula ósea amarilla grasa.
- **Metáfisis, cartílago de crecimiento o de conjunción:** son zonas que unen las epífisis con las diáfisis. Están formadas por tejido óseo esponjoso, pero durante el crecimiento están formadas por un cartílago que dará lugar a hueso mediante la osificación endocondral.

Cortos: tienen forma cúbica. Sus tres dimensiones (longitud, anchura y grosor) son similares. Ejemplos; huesos del carpo (muñeca) y del tarso (pie). Su estructura es como la de las epífisis de los huesos largos, es decir, están formados por tejido esponjoso cubierto por una lámina de tejido compacto.

Planos: las dimensiones longitud y anchura dominan sobre el espesor. Suelen ser delgados y con frecuencia curvos. Ejemplos; esternon, escápula, huesos del cráneo. Están formados por dos láminas de tejido óseo compacto llamadas tablas. Entre éstas se dispone una capa de tejido esponjoso llamado diploe.

Irregulares: son aquellos huesos que no se pueden clasificar en ninguno de los grupos anteriores. Ejemplos; coxales, vértebras, huesos de la cabeza (etmoides, esfenoides). Su estructura es igual a la de los huesos cortos. Algunos huesos del cráneo (maxilar, frontal, etmoides, esfenoides..), tienen en su interior cavidades tapizadas por una mucosa y rellenas de aire; son los senos paranasales.

1.2. Membranas protectoras

Todos los huesos poseen dos membranas protectoras:

Periostio: es la membrana que recubre la superficie externa de los huesos, a excepción de las superficies articulares, las cuales se hallan cubiertas de cartílago. Aporta vasos sanguíneos y nervios al hueso.

Endostio: es una capa de tejido conjuntivo que tapiza todas las cavidades internas del tejido óseo, es decir, la cavidad medular de la diáfisis y los espacios medulares del hueso esponjoso. Contiene células formadoras de hueso.

2. Características histológicas

El tejido óseo es un tejido conjuntivo especializado que está compuesto por células y por sustancia intercelular.

a) Células

Las células que forman parte del tejido óseo son de tres tipos:

- **Osteoblastos:** son células jóvenes formadoras de tejido óseo; sintetizan fibras de colágeno y otros componentes de la matriz. Con el tiempo se transforman en osteocitos.
- **Osteocitos:** son células óseas maduras que constituyen el tejido óseo típico. Derivan de los osteoblastos que han quedado atrapados en la matriz que ellos mismos han producido. Ya no secretan materiales, sino que se encargan de mantener las actividades celulares diarias del tejido óseo (como el intercambio de nutrientes y desechos con la sangre).
- **Osteoclastos:** son células encargadas de la destrucción ósea (osteolisis). Son células muy grandes que presentan en el lado que da a la superficie del hueso, unos pliegues. A través de estos pliegues las células liberan enzimas y ácidos que digieren el hueso.

b) Sustancia intercelular o matriz

La sustancia intercelular o matriz que constituye el tejido óseo es de dos tipos:

- Matriz orgánica o sustancia osteoide. Constituye el 25 % de la sustancia intercelular y está formada por fibras de colágeno y sustancia fundamental. La sustancia fundamental se halla rodeando a las fibras de colágeno y se compone de agua, electrolitos, mucopolisacáridos y glucoproteínas.
- Matriz inorgánica. Constituye el 75 % de la sustancia intercelular y está formada de cristales de calcio y fósforo (cristales de hidroxiapatita) que se depositan sobre la sustancia osteoide dándole la dureza característica del hueso.

La materia orgánica (fibras de colágeno) le da al hueso resistencia a la tracción, mientras que los minerales (fósforo y calcio) conceden al hueso resistencia a la presión (dureza).

Si nos fijamos en la estructura histológica de los huesos, vemos que hay varios tipos de huesos:

a) No laminar, inmaduro o fibroso

Es el primer tejido óseo que se forma, siendo sustituido después por tejido óseo laminar. No existe en el tejido óseo adulto, salvo en suturas craneales, alveolos dentarios, inserciones de tendones y ligamentos, etc. La matriz no se dispone en laminillas, las células son más abundantes que en el tejido laminar y tiene menor cantidad de minerales.

b) Laminar o maduro

Este tipo de hueso es a su vez de dos tipos:

b.1) Tejido óseo esponjoso

Está formado por láminas de tejido óseo que se entrecruzan formando una red, la cual deja pequeñas cavidades que se hallan ocupadas por médula ósea. El tejido esponjoso se encuentra en huesos cortos y planos, en las metáfisis y epífisis de huesos largos y en los cuerpos vertebrales.

b.2) Tejido óseo compacto

Está formado por láminas de tejido óseo dispuestas unas contra otras, sin cavidades intermedias. Se encuentra en la superficie de todos los huesos y forma la diáfisis de los huesos largos. El hueso compacto está formado por unas cavidades llamadas osteonas o sistemas de Havers. Están formadas por laminillas que se disponen alrededor de conductos vasculares longitudinales. El tamaño de las osteonas es variable y puede incluir de 4-20 laminillas óseas concéntricas. Entre las laminillas hay unos pequeños espacios llamados lagunas, que contienen los osteocitos. Desde las lagunas se irradian

en todas direcciones canalículos, en el interior de los cuales hay prolongaciones citoplasmáticas de los osteocitos. En el interior del tejido óseo compacto hay una red anastomótica de conductos que contienen vasos sanguíneos y nervios.

3. Características fisiológicas

Las funciones fisiológicas que realizan los huesos son las siguientes:

- a) Sostén: los huesos son los puntos de inserción de los músculos, cuya contracción permitirá los movimientos.
- b) Protección: los huesos protegen muchos órganos internos. Ejemplos; caja torácica, protege al corazón y a los pulmones, el cráneo protege al cerebro, etc.
- c) Producción de células sanguíneas (hematopoyesis): entre las trabéculas del tejido esponjoso de algunos huesos se aloja la médula ósea. Este tejido es el encargado de producir eritrocitos, leucocitos y plaquetas.
- d) Homeostasis de minerales (sobre todo de calcio y fósforo): los huesos son el depósito de calcio del organismo. Cuando por algún motivo disminuye la calcemia, se activa un proceso de reabsorción ósea a través del cual se desprende calcio del hueso y pasa a la sangre. Cuando sucede lo contrario, cuando aumenta la calcemia, se activa un proceso de formación de hueso; el calcio de la sangre se deposita en el hueso. Esto hace que haya un intercambio constante de calcio entre la sangre y el hueso, en función de las necesidades. En estos procesos intervienen hormonas, de entre las cuales se encuentra la PTH y la calcitonina.

LAS ARTICULACIONES

1. Concepto y tipos

Una articulación es un conjunto de estructuras que se organizan para permitir la movilidad entre dos huesos adyacentes. Según el grado de movilidad y la estructura se diferencian los siguientes tipos:

- Sinartrosis o articulaciones inmóviles. Las superficies óseas están unidas por tejido fibroso que no permite el movimiento. Ejemplo; suturas del cráneo.
- Anfiartrosis o articulaciones semimóviles. Las superficies articulares están unidas por tejido fibrocartilaginoso que permite ligeros movimientos. Ejemplos; intervertebrales, sínfisis del pubis, sacroilíacas, etc.
- Diartrosis o articulaciones móviles. También se les llama articulaciones sinoviales y permiten amplios movimientos entre las dos cabezas óseas. Ejemplos; articulación del hombro o de la cadera. Las diartrosis son articulaciones que están compuestas por los siguientes elementos:
 - a) Superficies óseas articulares recubiertas de cartílago hialino.
 - b) Cápsula articular; manguito fibroelástico que se extiende de una superficie articular a la otra. Su capa externa es rica en fibras de colágeno y se continúa con el periostio de los huesos.

- c) Membrana sinovial; tapiza la cara interna de la cápsula articular. Segrega el líquido sinovial, el cual se encarga de lubricar la articulación y nutrir los cartílagos hialinos. La membrana sinovial tapiza el interior de la articulación, a excepción de los cartílagos hialinos.
- d) Ligamentos y tendones musculares; refuerzan la cápsula articular.
- e) Fibrocartílagos; en la mayoría de las diartrosis, las superficies articulares son concordantes. Pero existen casos en los que no es así y ha de interponerse una estructura de cartílago fibroso para que concuerden. Ejemplo; menisco de la rodilla (el menisco se adhiere a la cápsula articular y divide la cavidad articular en dos espacios).

LOS MÚSCULOS

1. Concepto y tipos

Los músculos son órganos que tienen la propiedad de que pueden contraerse y, por tanto, pueden ejecutar todos los movimientos del cuerpo. Los músculos son de tres tipos;

- Esqueléticos: al contraerse mueven los huesos del cuerpo, ya que tienen inserciones en éstos. También se le llama estriado porque al examinar sus fibras musculares al microscopio vemos que presentan unas estriaciones transversales. El control de estos músculos es voluntario y están inervados por el sistema nervioso somático.
- Cardíaco: el miocardio también presenta estriaciones transversales, pero a diferencia de los anteriores, su control es involuntario.
- Liso: forma parte de las paredes de órganos internos huecos (vasos sanguíneos, vísceras abdominales, vías respiratorias, etc). Al observarlo al microscopio no se ven estriaciones, se ve liso. Casi siempre el control de estos músculos es involuntario.

En cuanto a los músculos esqueléticos, éstos pueden adoptar formas distintas, pero todos ellos poseen dos partes, que son las siguientes:

- Vientre muscular; es la porción intermedia, roja y blanda.
- Tendones; a través de ellos los músculos se insertan en los huesos y en las articulaciones. Son de color blanquecino.

Los músculos esqueléticos se hallan envueltos y protegidos por unas capas de tejido conjuntivo llamadas aponeurosis y fascias. La aponeurosis superficial separa los músculos de la piel. La aponeurosis profunda está formada por tejido conjuntivo denso y envuelve juntos varios músculos con funciones parecidas.

2. Características histológicas

Las células musculares esqueléticas son alargadas y tienen forma cilíndrica, por eso se las llama fibras musculares. Los núcleos son numerosos y se disponen de forma periférica, junto a la membrana plasmática o sarcolema. El citoplasma o sarcoplasma se caracteriza por la presencia de miofibrillas. Estas son unas estructuras cilíndricas que se disponen a lo largo de la fibra muscular, en sentido longitudinal.

Al microscopio óptico, las miofibrillas aparecen con unas estriaciones transversales formadas por la alternancia de bandas claras y oscuras. Las bandas oscuras se llaman bandas A y las claras bandas I. Cada banda I se halla dividida por una línea oscura delgada llamada línea Z o disco intercalar. Cada banda A está dividida en dos por una zona más clara llamada zona H. En ésta también se distingue una línea más oscura llamada Línea M. La porción de miofibrilla comprendida entre dos líneas Z constituye un sarcómero. Así, cada miofibrilla se compone de la unión de sarcómeros dispuestos en sentido longitudinal.

Todo esto se debe a que las miofibrillas están formadas por la unión de miofilamentos. Estos son de dos tipos:

- Los gruesos contienen la proteína miosina.
- Los delgados contiene la proteína actina.

La banda I está constituida por filamentos delgados, los cuales se extienden a ambos lados de la línea Z y se insertan en ella. La banda A está formada por filamentos gruesos. Una parte de los filamentos delgados se extiende por la banda A y se interdigita con los filamentos gruesos, aunque no llegan a unirse con los filamentos delgados del otro lado en el centro del sarcómero. Por este motivo queda una zona más clara, la zona H, que solo está formada por filamentos gruesos. La línea M se forma por un engrosamiento de la porción media de los filamentos gruesos.

El retículo endoplásmico o sarcoplásmico está formado por una red de canalículos y sáculos anastomosados que se disponen alrededor de las miofibrillas, en sentido longitudinal. El sarcolema presenta unas invaginaciones tubulares llamadas Túbulos T. Se invaginan de forma perpendicular a la superficie y dan ramas que rodearán a las miofibrillas. Los túbulos están abiertos al exterior de la fibra y se llenan de líquido extracelular. Los potenciales de acción muscular se propagan por el sarcolema y por los túbulos T con lo que se diseminan rápidamente por la fibra muscular.

3. Características fisiológicas

La transmisión del impulso nervioso desde un nervio hasta un músculo se produce de una forma muy parecida a como se produce la transmisión neurona-neurona.

En las ramas terminales de los axones de las neuronas motoras hay unas profusiones llamadas botones sinápticos. Estos contienen vesículas con acetilcolina. Cuando el impulso nervioso llega al

axón, hace que estas vesículas se fusionen con la membrana del axón, de tal forma que la acetilcolina es liberada al espacio sináptico.

La acetilcolina recorre el espacio sináptico y se une a unos receptores que hay en el sarcolema de la fibra muscular. Esto provoca en la célula un potencial de acción que se extiende hasta el retículo sarcoplásmico, el cual libera gran cantidad de iones calcio. Este hace que los miofilamentos de actina y miosina se superpongan, con lo que se acorta la longitud de la fibra muscular. Esta superposición de la actina y la miosina en presencia de calcio es la responsable de la contractilidad del músculo. Pasado un tiempo, el músculo recupera su longitud de reposo. ●

Bibliografía

Netter, Franck H. Atlas de Anatomía Humana. 4ª edición (2007). Editorial Masson. Barcelona

García-Porrero, Juan y Hurle González, Juan. Anatomía Humana. 1ª edición (2005), Madrid, Editorial McGraw-Hill Interamericana

Alan Stevens, Sames Steven Lowe, Paul R. Wheater, H. George Burkitt. Histología Humana de Stevens. 3ª edición (2006)

Dr Arthur. Tratado de Fisiología Médica. Guyton. 8ª edición (1992). Editorial Interamericana-McGraw-Hill

Estudio Anatómo-fisiológico del corazón

Título: Estudio Anatómo-fisiológico del corazón. **Target:** Alumnos de ciclos formativos de la familia de sanidad. **Asignatura:** Es un tema transversal, se imparte en todos los ciclos formativos pero en distintos módulos. **Autor:** Begoña Aliaga Muñoz, Licenciada en Medicina y Cirugía, Profesora de secundaria de formación profesional de la especialidad de procesos sanitarios.

El sistema cardiovascular está formado por la sangre, el corazón y los vasos sanguíneos. El corazón bombea la sangre y la impulsa hacia los vasos sanguíneos, éstos se encargan de distribuirla por todo el cuerpo. De esta forma todas las células de nuestro cuerpo reciben la cantidad de oxígeno y nutrientes que necesitan para sobrevivir. En este artículo repasaremos como son las características anatómicas, histológicas y fisiológicas del corazón, por ser éste el órgano más importante de este sistema.

Los contenidos que se muestran en este artículo son transversales, es decir, se imparten en módulos de todos los ciclos formativos de la familia de sanidad. Esto se debe a que los contenidos de anatomía y fisiología del corazón son muy importantes para los alumnos de sanitaria, ya que deben conocerlos y entenderlos para poder comprender como y porqué se producen las patologías cardíacas. Por ejemplo, a un alumno del ciclo formativo de dietética no le puedes explicar qué es y